



# 大豆“荚而不实”型“症青”与蝽类害虫为害的相关性及防控策略

高 宇, 史树森

(吉林农业大学 植物保护学院, 吉林 长春 130118)

**摘 要:**为探明大豆症青与蝽类害虫的相关性,解决目前黄淮海流域大豆生产上“荚而不实”型“症青”的问题,归纳总结最新研究进展,对“荚而不实”型“症青”与点蜂缘蝽(*Riptortus pedestris*)等蝽类害虫为害的相关性做了简要剖析,结合大豆蝽类害虫的发生及为害特点,提出了当前大豆“症青”的防控策略。重点针对点蜂缘蝽等蝽类害虫开展统防统治和兼防兼治,控制越冬和早春虫源,抓住花荚期科学防治。以期开展大豆“症青”发生及防控研究提供参考。

**关键词:**大豆;症青;点蜂缘蝽;蝽类害虫;防控策略

## The Relationship Between Staygreen Syndrome in Soybean and Stink Bugs and Preventive Strategy

GAO Yu, SHI Shu-sen

(College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** This review aimed to explore the correlation between staygreen syndrome (Zhengqing) in soybean (especially the ‘pods without peas’ phenomenon) and stink bugs, and to help for solving the important problem in soybean production in Huang-Huai-Hai basin. According to the latest research progress, the relationship between Zhengqing and stink bugs such as *Riptortus pedestris* was summarized and expounded in the paper. The syndromes of ‘staygreen symptoms’ were briefly analyzed and discussed. Considering the damage characteristics and occurrence trend of soybean stink bugs, the prevention and control strategy of soybean stink bugs was also proposed including unifying prevention and control simultaneously, controlling the overwintering and early spring pests source, controlling scientifically at the flowering and podding stage. The paper can provide reference for the occurrence and control of Zhengqing in soybean.

**Keywords:** Soybean; Staygreen syndrome; *Riptortus pedestris*; Stink bugs; Control strategy

大豆“症青”是大豆茎叶持绿现象(Staygreen syndrome)的俗称,表现为品种正常生育期结束时仍然叶绿枝青、无荚、少荚或荚而不实<sup>[1]</sup>。大豆“症青”在河南、山东、安徽等地普遍发生,造成大豆不同程度减产;在河北、江苏、北京、陕西、山西、甘肃、吉林等地局部地区损失严重,给农业生产以及育种研究带来较大损失。近年来,大豆“症青”面积不断扩大,呈逐年加重趋势,防控形势日益严峻,已成为黄淮海流域大豆生产上亟待解决的重要问题,严重威胁着中国大豆产业振兴发展<sup>[2]</sup>。虽然针对大豆“症青”已有一些研究报道<sup>[3-5]</sup>,但是导致其发生的原因及内在机制尚不完全清楚。因此,进一步深入研究大豆“症青”发生及防控具有重要意义。本文主要对“荚而不实”型“症青”与点蜂缘蝽(*Riptortus pedestris*)等蝽类害虫为害的相关性做了简要剖析,结合大豆蝽类害虫的发生及为害特点,提出了当前大豆“症青”的防控策略,以期促进黄淮海大豆产业

发展,为开展大豆“症青”发生及防控研究提供参考。

### 1 大豆“症青”的表现类型

大豆“症青”主要有“贪青不育”、“幼荚”、“荚而不实”等表现类型。“贪青不育”型“症青”是大豆进入成熟期后营养生长旺盛,叶片、茎秆、豆荚仍保持浓绿色,叶片不变黄不脱落<sup>[3,6]</sup>。其成因是多方面的,包括不良的环境条件<sup>[4,7]</sup>、大豆品种对光温环境适应性差异或杂交种子代分离不育、栽培措施<sup>[3]</sup>等,同时也受到持绿基因的影响<sup>[8]</sup>。调控植物持绿是不同程度多因子互作的复杂机制<sup>[9]</sup>,具体的内在机制还有待深入研究证实。“幼荚”型“症青”是植株生长茂盛浓绿、豆荚成簇、全株无成长豆荚。这种“症青”可能是由植株不育、病毒感染等因素导致。“荚而不实”型“症青”是大豆生长后期结荚稀疏或正常,大豆整株或部分分枝豆荚不能正常鼓粒

收稿日期:2019-02-11

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04)。

第一作者简介:高宇(1983-),男,博士,副教授,硕导。主要研究方向为昆虫生态及害虫综合治理。E-mail:gaoy1101@163.com。

通讯作者:史树森(1963-),男,学士,教授,博导。主要研究方向为农业害虫综合治理与昆虫资源利用。E-mail:sss-63@263.net。

或者完全不鼓粒<sup>[5]</sup>。目前研究认为,导致这种“症青”现象发生的原因有很多,而蝽类害虫发生为害是重要原因之一。“荚而不实”型“症青”现象的本质是因大豆籽粒发育受阻、“源-库”关系失衡而导致的植株生育期延迟<sup>[10]</sup>。

## 2 “荚而不实”型“症青”与蝽类害虫为害的相关性

### 2.1 蝽类害虫与“荚而不实”型“症青”的发生

“荚而不实”型“症青”是生产上大豆田间发生的主要“症青”类型。Li等<sup>[1]</sup>证实大豆“荚而不实”型“症青”与大豆花叶病毒(soybean mosaic virus)、西瓜花叶病毒(watermelon mosaic virus)、豆荚斑驳病毒(bean pod mottle virus)、黄瓜花叶病毒(cucumber mosaic virus)、菜豆普通花叶病毒(bean common mosaic virus)等无关。而更多的研究表明,大豆“荚而不实”型“症青”的发生与害虫为害密切相关。在大豆田间进行害虫防治可有效防控大豆“症青”。郭建秋等<sup>[5]</sup>从6~7叶期开始用5%高效氯氰菊酯1000倍液每7d1次连续喷施5次,防治大豆田间害虫,大豆“症青”株率(0.3%)和瘪荚率(10.81%)显著降低,供试大豆品种的产量均大幅提高,说明大豆田间“症青”的发生与害虫为害有关,如果及时防治害虫,不会对产量造成显著影响<sup>[3,5]</sup>。同时人工接虫可导致大豆“荚而不实”型“症青”。点蜂缘蝽是目前黄地区夏大豆田间发生的优势蝽类害虫种群,Li等<sup>[1]</sup>通过田间调查及笼罩接虫试验发现点蜂缘蝽为害能导致大豆“症青”。

### 2.2 蝽类害虫对豆荚和籽粒的影响

点蜂缘蝽为害对豆荚和籽粒影响较大,大豆籽粒除了不发育或即使有籽粒也不饱满,还会出现籽粒畸形或霉烂<sup>[3]</sup>。张鑫鑫<sup>[6]</sup>发现在大豆初荚期接

入点蜂缘蝽对总荚数、绿荚数、总粒数影响不明显,而瘪荚数明显上升,完好粒数明显下降,籽粒干瘪,坑洼明显,不能正常鼓成椭圆形。点蜂缘蝽在低虫口密度及短期为害时,致使大豆籽粒产生明显的损伤痕迹,在高虫口密度及长期为害时会吸取籽粒营养物质直接造成大豆籽粒畸形<sup>[11]</sup>。也有研究表明接种蝽类害虫会使籽粒重量显著降低,为害程度越重,籽粒中的蛋白质含量越高,脂质和碳水化合物含量和发芽势降低<sup>[12]</sup>。籽粒污斑或霉烂,可能是点蜂缘蝽、壁蝽、斑须蝽间接为害传播病原菌[酵母菌(*Eremothecium coryli*)、核黄菌(*Eremothecium ashbyi*)]造成的<sup>[13]</sup>,同时也可能是在被害虫取食损伤后病原菌侵染引起的。

### 2.3 不同蝽类害虫对大豆主要农艺性状及产量的影响

本课题组测定了点蜂缘蝽、筛豆龟蝽(*Megacopta cribraria*)、稻绿蝽(*Nezara viridula*)、壁蝽(*Piezodorus rubrofasciatus*)、苜蓿盲蝽(*Adelphocoris lineolatus*)、茄无网长管蚜(*Acyrtosiphon solani*)、大青叶蝉(*Cicadella viridis*)、温室白粉虱(*Trialeurodes vaporariorum*)8种刺吸类害虫为害对大豆主要农艺性状及产量的影响(表1)。壁蝽、稻绿蝽、点蜂缘蝽导致豆荚全部掉落,在开花结荚期短期为害后,这3种蝽显著影响豆荚鲜重,对豆荚生长产生较大影响,壁蝽、稻绿蝽和点蜂缘蝽个体较大,口器口针较粗壮,主要直接为害花荚组织器官部位,其持续为害程度显著重于苜蓿盲蝽和筛豆龟蝽<sup>[14]</sup>。而茄无网长管蚜、温室白粉虱、大青叶蝉主要为害茎叶部位,对豆荚及鲜重影响较小,不能诱发大豆“症青”发生。这表明除了点蜂缘蝽,其它蝽类为害对豆荚和籽粒也有较大影响。

表1 8种刺吸类害虫结荚期为害对大豆主要农艺性状及产量的影响

Table 1 Effects of eight piercing-sucking pests on the main agronomic traits and yield of soybean							
害虫 Pests	株高 Plant height /cm	节数 Pitch number	单株荚数 Number of pods per plant	单株粒数 Number of grain per plant	百粒重 100-seed weight/g	相对结荚率 Relative pod setting rate/%	单株产量 Single plant yield/g
壁蝽 <i>Piezodorus rubrofasciatus</i>	49.22 ± 1.08 c	9.67 ± 0.33 b	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d
稻绿蝽 <i>Nezara viridula</i>	55.00 ± 0.00 a	10.56 ± 0.19 a	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d
点蜂缘蝽 <i>Riptortus pedestris</i>	52.83 ± 0.77 b	10.78 ± 0.19 a	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d

续表 1

害虫 Pests	株高 Plant height /cm	节数 Pitch number	单株荚数 Number of pods per plant	单株粒数 Number of grain per plant	百粒重 100-seed weight/g	相对结荚率 Relative pod setting rate/%	单株产量 Single plant yield/g
苜蓿盲蝽 <i>Adelphocoris lineolatus</i>	55.37 ± 0.88 a	10.44 ± 0.19 a	4.56 ± 0.19 c	4.78 ± 0.51 c	14.34 ± 0.35 c	33.27 ± 1.54 c	0.93 ± 0.07 c
筛豆龟蝽 <i>Megacopta cribraria</i>	47.26 ± 0.66 d	9.56 ± 0.19 b	5.78 ± 0.19 b	11.56 ± 0.51 b	15.26 ± 0.27 b	80.73 ± 4.02 b	1.76 ± 0.16 b
茄无网长管蚜 <i>Acyrtosiphon solani</i>	51.91 ± 1.62 abc	10.00 ± 0.29 ab	8.22 ± 1.04 a	15.33 ± 2.13 a	14.76 ± 1.30 bc	100.00 ± 3.11 a	2.12 ± 0.23 ab
大青叶蝉 <i>Cicadella viridis</i>	40.00 ± 2.10 e	8.67 ± 0.29 c	4.00 ± 0.33 c	4.89 ± 0.39 d	11.05 ± 2.03 c	48.65 ± 1.00 c	0.56 ± 0.14 c
温室白粉虱 <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	50.17 ± 1.45 abcd	8.78 ± 0.40 c	6.22 ± 0.74 b	8.89 ± 1.01 c	19.12 ± 0.93 a	75.68 ± 2.22 b	1.65 ± 0.15 b
对照 CK	45.33 ± 0.67 e	9.67 ± 0.00 b	8.22 ± 0.19 a	14.33 ± 0.88 a	16.44 ± 0.84 a	100.00 ± 0.00 a	2.30 ± 0.09 a

同一列数据后小写字母表示不同处理之间差异显著( $P < 0.05$ )。蝽类数据引自参考文献<sup>[14]</sup>,其它害虫数据未发表。  
Date followed by different lowercase in the same column indicate significant difference at 0.05 level. Data of stink bugs are cited from reference<sup>[14]</sup> and the other pests are firstly published.

由此可见,大豆“荚而不实”型“症青”现象与蝽类害虫为害有着密不可分的联系。点蜂缘蝽是黄淮海地区夏大豆田间蝽类害虫的优势种,可以推断,点蜂缘蝽是导致大豆“荚而不实”型“症青”发生造成严重危害的直接诱因<sup>[5-6]</sup>,但也不排除还有其它未被证实的诱因。

3 大豆蝽类害虫发生及为害特点

尽管长期以来大部分蝽类害虫在我国各地的发生为害普遍较轻,相对处于次要害虫地位,但近年来,以点蜂缘蝽为代表的蝽类害虫种群呈快速上升趋势,其自身的发生及为害特点以及适宜的环境条件提供了内在因素和外部因素。为了更好地开展大豆“症青”防控研究,有必要深入研究蝽类害虫的发生及为害特点。大豆蝽类害虫具有种类繁多、分布广泛、寄主多样、食性复杂、适应力强、活动力强、为害症状不明显、为害时间长、为害部位多等特点。

3.1 大豆蝽类害虫种类繁多

大豆田节肢动物群落是一个以栽培大豆为中心的多种节肢动物共存的复杂生态系统<sup>[15]</sup>。蝽类害虫是大豆田节肢动物群落的重要组成部分,已知种类有 7 科 70 余种<sup>[16]</sup>,其中以蝽科(Pentatomid-

ae)、龟蝽科(Plataspidae)、蛛缘蝽科(Alydidae)、缘蝽科(Coreidae)、盲蝽科(Miridae)发生较多。不同区域大豆田间节肢动物群落结构差异较大,各产区的害虫种类亦有各自特点。在东北春大豆区主要种类有斑须蝽(*Dolycoris baccarum*)、牧草盲蝽(*Lygus pratensis*)等,在黄淮海夏大豆区主要种类有点蜂缘蝽、斑背安缘蝽(*Anoplocnemis binotata*)等,在南方多作大豆区危害较重的种类是筛豆龟蝽、稻绿蝽、壁蝽等<sup>[17]</sup>。

3.2 大豆蝽类害虫发生特点

我国大豆产区横跨地理纬度大,种植模式错综复杂,农田生态系景观多样<sup>[16]</sup>。根据本团队近 10 年系统调查发现,蝽类害虫广泛分布在各大豆产区(表 2)。蝽类害虫寄主范围较广,除了大豆,还为害玉米、水稻、小麦、棉花、油菜、烟草、蔬菜、果树以及林木等多种农林作物<sup>[16]</sup>;每年发生世代数因地而异,在我国可发生 1 至数代不同,部分种类有世代重叠现象,大多以成虫在枯枝落叶、杂草丛、林木等场所越冬<sup>[18]</sup>。成虫有很强的飞行能力,若虫有较强的转移活动能力,例如,点蜂缘蝽最大飞行距离雄成虫达 3.1 km·d<sup>-1</sup>,雌成虫达 4.6 km·d<sup>-1</sup>;3 龄若虫最大爬行距离可达 80.8 m<sup>[19-20]</sup>,这为其在不同寄主间辗转转移为害提供了内在条件。

表 2 大豆蝽类害虫主要种类分布及危害部位<sup>[14]</sup>  
Table 2 Distribution and damage positionof soybean stink bugs

蝽类 Stink bugs	为害特点 Damage characteristics	主要种类 Main species	主要分布地区 Main distribution areas	危害部位 Damage parts
蝽科 Pentatomidae	多为植食性,很多是农林业上的重要害虫。	斑须蝽	东北、华北、西北、安徽、江苏、浙江、江西、湖南、湖北、广西、四川、云南、西藏	荚、茎、叶、花
		<i>Dolycoris baccarum</i>		
		稻绿蝽	除内蒙古、宁夏和黑龙江以外的全国各地均有分布	荚、花、叶、茎
		<i>Nezara viridula</i>		
		壁蝽	华东、陕西、河南、湖北、广东、广西、四川、贵州、云南	荚、花、叶、茎
		<i>Piezodorus rubrofasciatus</i>		
龟蝽科 Plataspidae	多为植食性,是豆科植物的重要害虫,发生数量较大,常群聚为害。	筛豆龟蝽	河北、山西、陕西、河南、山东、江苏、浙江、江西、福建、广东、广西、四川、云南	茎、叶、花、荚
		<i>Megacopta cribraria</i>		
缘蝽科 Coreidae	植食性,吸食植物的幼嫩部分或过失浆液,引起寄主枯萎、干瘪。	稻棘缘蝽	安徽、江苏、浙江、福建、江西、湖南、湖北、广东、云南、西藏	荚、花、叶、茎
		<i>Cletus punctiger</i>		
		斑背安缘蝽	西南、山东、河南、安徽、江苏、浙江、福建、江西、广东	荚、花、叶、茎
		<i>Anoplocnemis binotata</i>		
蛛缘蝽科 Alydidae	植食性,以豆科植物和禾本科植物为寄主的种类为最多。除吸食植物的营养器官外,偏喜取食植物的果实和种子。	点蜂缘蝽	吉林、辽宁、河北、陕西、河南、湖北、安徽、江苏、浙江、江西、福建、云南、四川、西藏	荚、花、叶、茎
		<i>Riptortus pedestris</i>		
盲蝽科 Miridae	多为植食性,为害花蕾、嫩叶、幼果,能传播病毒,影响植物生长。	牧草盲蝽	黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、甘肃、新疆、河南	叶、茎、花、荚
		<i>Lygus pratensis</i>		

在不同大豆产区,蝽类害虫的发生危害程度有所差异。在东北春大豆区蝽类害虫危害较少。在黄淮海夏大豆区发生较多的斑须蝽也在山东菏泽和辽宁沈阳发生危害<sup>[21-22]</sup>;斑背安缘蝽曾在河北吴桥暴发造成严重危害<sup>[23]</sup>;点蜂缘蝽在黄淮海地区为害严重<sup>[1]</sup>。在南方多作大豆区发生较多的筛豆龟蝽是华东地区夏大豆的重要害虫,为害损失率为0.55%~50.86%<sup>[24-25]</sup>;甘薯跳盲蝽(*Halticus minutus*)在浙江丽水为害秋大豆平均减产24.5%<sup>[26]</sup>;豆突眼长蝽(*Chauliops fallax*)在湖北咸丰一般造成减产10%~20%,严重时减产40%以上<sup>[27]</sup>;稻绿蝽在广西南宁普遍发生<sup>[28]</sup>。

3.3 大豆蝽类害虫为害特点

蝽类害虫大多为植食性,若虫和成虫具刺吸式口器,常群集在大豆茎、叶、花蕾和幼嫩荚等部位上取食为害<sup>[29]</sup>,为害症状通常不明显,虽然吸食植物汁液所造成机械损伤较小,但容易传播病原菌<sup>[13]</sup>,使豆荚变黑、叶片皱缩、花荚脱落。蝽科、蛛缘蝽科等成虫羽化后需要补充营养,必须取食大豆(含特殊品种)、豇豆、刺槐等的豆荚才能完成发育及正常繁殖产生后代<sup>[14,30]</sup>。有些植食性种类兼具肉食性,例如牧草盲蝽能捕食棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)卵和幼虫、棉蚜(*Aphis gossypii*)<sup>[31]</sup>。

4 大豆“症青”的防控策略

目前,黄淮海地区夏大豆“症青”主要表现为“荚而不实”,应重点防控点蜂缘蝽等蝽类害虫,管理策略应以害虫综合治理为主,即以农业防治为基础,协调使用植物检疫、预测预报、生物防治、物理防治、化学防治等技术,将有害生物控制在经济危害允许的水平以下<sup>[17]</sup>。具体建议采用如下防控策略:

(1) 统防统治和兼防兼治

蝽类害虫成虫具有直接危害、较强的飞行扩散能力和田间寄主转移的能力。只对局部地块进行防治,控制对区域性种群难于奏效,而采取大范围同步进行的“统防统治”能持续控制区域性发生成灾。在发生程度偏轻的区域和年份,结合其它害虫进行兼防兼治。

(2) 控制越冬和早春虫源

在蝽类害虫年生活史中的薄弱时期——越冬阶段和早春“桥梁”寄主阶段,破坏越冬代的生存环境对控制种群增长有重要作用,采取合理安排茬口,适时播种,合理密植,科学施肥,合理灌溉等措施,增强大豆植株抵抗力,及时清除田间及周围的早花早实的野生杂草,收获后于秋后进行深耕,清理田间及周围的秸秆、杂草、枯枝落叶,压低越冬虫

源基数,有效降低发生程度。

(3)抓住花荚期科学防治

在蜡类害虫从早春“桥梁”寄主向大豆田转移时期,成虫刚刚迁入大豆田的时期是最佳的防治时期,可有效控制后代种群密度。在大豆花荚期有效控制点蜂缘蜡为害是解决大豆“症青”的有效途径。所以,加强预测预报,做到准确测报,适时防治,优先选择特效高效药剂,抓住关键用药时期,减少农药用量和使用次数。药剂防治试验表明,大豆初花之前喷施高效氯氰菊酯3次对防治大豆“症青”的效果最好,显著降低发病株的比例,单株瘪荚率比对照下降76.3%,单株绿叶片数比对照下降62.9%,小区产量是对照的7.2倍<sup>[32]</sup>。在大豆花期之前3次施药,连续施用农药增加了工作量和生产成本,在生产上不易操作和推广<sup>[33]</sup>,显然不符合现代绿色农业发展的理念,存在盲目用药、过度用药的风险。应注意保护、利用和引进自然天敌资源,例如球腹蛛、长螳螂、蜻蜓和黑卵蜂等。而在大豆植株开花和初荚期,喷施3%吡虫清(莫比朗、啉虫脒)乳油1 500倍液、10%吡虫啉可湿性粉剂4 000倍液、20%氰戊菊酯(速灭杀丁)乳油2 000倍液或80%敌敌畏乳油1 000倍液等药剂,隔7~10 d喷1次,连喷2次也可取的良好防治效果<sup>[14]</sup>,更符合当今绿色植保的理念。

随着全球气候变化、耕作制度演变以及大豆贸易迅速发展,大豆害虫的发生日益复杂,在整个生育期均有侵害,对大豆的产量和品质有直接影响<sup>[2]</sup>。不同大豆产区气候、栽培管理等方面差异较大,田间节肢动物群落结构差异较大,需要建立区域性的大豆蜡类害虫综合防治体系。害虫预测预报和综合防治是区域性保护性耕作系统防灾减灾工作的关键环节。采用合理的调查取样技术,研究蜡类害虫暴发为害的预测预报技术,建立预警技术体系,明确蜡类害虫对大豆的为害及其经济阈值,探讨形成大豆蜡类害虫综合治理的科学标准,建立一个可持续、绿色、高效的蜡类害虫综合治理体系,为国产大豆的健康发展提供保障。

参考文献

[1] Li K, Zhang X X, Guo J Q, et al. Feeding of *Riptortus pedestris* on soybean plants, the primary cause of soybean staygreen syndrome in the Huang-Huai-Hai River basin[J]. The Crop Journal, 2019,7(3):360-367.

[2] 韩天富. 中国现代农业产业可持续发展战略研究(大豆分册)[M]. 北京:中国农业出版社,2016. (Han T F. Strategy of sustainable development modern agriculture industry of China[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2016.)

[3] 郭建秋,马雯,李月霞,等. 重茬和品种差异对豫西夏大豆“症青”现象的影响[J]. 河南农业科学,2012,41(12):59-62. (Guo J Q, Ma W, Li Y X, et al. Effect of continuous cropping and varieties on ‘Zhengqing’ phenomenon of summer soybean in west Henan province[J]. Henan Agricultural Sciences, 2012, 41 (12):59-62.)

[4] 张慎举,宋忠利,侯乐新. 豫东潮土区夏大豆发生荚而不实与硼素营养效应研究[J]. 河南农业科学,2006,35(8):59-62. (Zhang S J, Song Z L, Hou L X. Study on the pods without peas in summer soybean and nourishment effect of boron in the eastern henan chao soil area[J]. Henan Agricultural Sciences, 2006, 35 (8):59-62.)

[5] 郭建秋,马雯,雷全奎,等. 黄淮海夏大豆“症青”现象发生原因初步探讨[J]. 河南农业科学,2012,41(4):45-48. (Guo J Q, Ma W, Lei Q K, et al. Tentative analysis of ‘Zhengqing’ phenomenon of soybean in the Huanghuai valleys[J]. Henan Agricultural Sciences, 2012,41(4):45-48.)

[6] 张鑫鑫. 摘荚和种子损伤所致大豆叶片持绿现象的生理和分子机制研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨师范大学,2016. (Zhang X X. Physiological and molecular studies of stay green caused by pod removed and seed injury in soybean[J]. Harbin: Dissertation of Harbin Normal University, 2016.)

[7] 张慎举,侯乐新. 干旱胁迫条件下夏大豆荚而不实发生机理研究[J]. 华北农学报,2005,20(5):61-63. (Zhang S J, Hou L X. Study on the cause mechanism for pods without peas in soybean under drought stress[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2005, 20(5):61-63.)

[8] 刘阳颖,高乐,韩俊,等. 大豆持绿基因 *GmSGR* 的 RNA 干扰载体构建及遗传转化[J]. 分子植物育种,2018,16(17):5616-5623. (Liu Y Y, Gao L, Han J, et al. RNA interference vector construction and genetic transformation of stay green gene *GmSGR* in soybean [J]. Molecular Plant Breeding, 2018, 16 (17): 5616-5623.)

[9] 迟晓雪,郑根昌,李志刚,等. 大豆不育系源库关系对籽粒产量和单株皱粒率的影响[J]. 大豆科学,2018,37(4):558-562. (Chi X X, Zheng G J, Li Z G, et al. Effects of source-sink relationship of soybean sterile line on seed yield and wrinkled seeds percentage per plant [J]. Soybean Science, 2018, 37 (4): 558-562.)

[10] Zhang X X, Wang M, Wu C X, et al. Physiological and molecular studies of stay green caused by pod removal and seed injury in soybean[J]. The Crop Journal, 2016, 4(6):435-443.

[11] Jung J K, Seo B Y, Youn J T, et al. Injury of full seed stage soybeans by the bean bug, *Riptortus pedestris*[J]. Korean Journal of Applied Entomology, 2010, 49(4):357-362.

[12] Bae S D, Kim H J, Mainali B P. Infestation of *Riptortus pedestris* (Fabricius) decreases the nutritional quality and germination potential of soybean seeds[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2014, 17(3):477-481.

[13] Kimura S, Tokumaru S, Kikuchi A. Carrying and transmission of *Eremothecium coryli* (Peglion) Kurtzman as a causal pathogen of yeast-spot disease in soybeans by *Riptortus clavatus* (Thunberg), *Nezara antennata* Scott, *Piezodorus hybneri* (Gmelin) and *Dolycoris baccarum* (Linnaeus)[J]. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 2008, 52(1):13-18.

[14] 陈菊红,毕锐,黄佳敏,等.不同蝽类为害对大豆生长发育及产量影响的差异性分析[J].大豆科学,2018,37(4):585-589. (Chen J H, Bi R, Huang J M, et al. Analysis on the different effects of different stinkbugs infestations on growth and yield of soybean[J]. Soybean Science, 2018, 37(4):585-589.)

[15] 史树森,高月波,臧连生,等.不同杀虫剂对大豆田节肢动物群落结构的影响[J].应用昆虫学报,2012,49(5):1249-1254. (Shi S S, Gao Y B, Zang L S, et al. Effects of several insecticides on the arthropod community in soybean fields[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2012, 49(5):1249-1254.)

[16] 史树森.大豆害虫综合防控理论与技术[M].长春:吉林出版集团有限责任公司,2013. (Shi S S. Soybean pest integrated prevention and control theory and technology[M]. Changchun: Jilin Publishing Group Co., Ltd, 2013.)

[17] Gao Y, Shi S S, Xu M L, et al. Current research on soybean pest management in China[J]. Oil Crop Science, 2018, 3(4): 215-227.

[18] Park C G, Baek S, Lee S K, et al. Landscape-scale spatial dynamics of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae): Implications for areawide management[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2016, 19(4):969-975.

[19] Tsunoda T, Moriya S. Measurement of flight speed and estimation of flight distance of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Fabricius) (Heteroptera: Alydidae) and the rice bug, *Leptocoris chinensis* Dallas (Heteroptera: Alydidae) with a speed sensor and flight mills[J]. Applied Entomology and Zoology, 2008, 43(3): 451-456.

[20] Tabuchi K, Moriya S, Ishizaki M. Locomotion ability variation among instars of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Fabricius) (Heteroptera: Alydidae) nymphs[J]. Environmental Entomology, 2007, 36(4):871-877.

[21] 冯殿英.斑须蝽的初步研究[J].山东农业科学,1986,18(2): 26-27. (Feng D Y. A preliminary study on *Dolycoris baccarum* [J]. Shandong Agricultural Sciences, 1986, 18(2):26-27.)

[22] 褚茗莉,许国庆,焦敏.沈阳地区大豆害虫基本调查[J].辽宁农业科学,1996,37(5):39-42. (Chu M L, Xu G Q, Jiao M. Basic investigation of soybean pests in Shenyang[J]. Liaoning Agricultural Sciences, 1996(5):39-42.)

[23] 杨洪珍.河北吴桥发现斑背安缘蝽严重为害大豆[J].中国植保导刊,2014,34(3):76. (Yang H Z. Damage to soybeans caused by *Anoplocnemis binotata* in Wuqiao, Hebei province[J]. China Plant Protection, 2014, 34(3):76.)

[24] 崔章林,盖钧镒,吉东风,等.南京地区大豆食叶性害虫种类调查与分析[J].大豆科学,1997,16(1):13-21. (Cui Z L, Gai J Y, Ji D F, et al. A study on leaf-feeding insect species on soybeans in Nanjing area[J]. Soybean Science, 1997, 16(1): 13-21.)

[25] 陈桂华,诸葛梓,童彩文.大豆筛豆龟蝽为害损失率测定及其防治指标研究[J].昆虫知识,1996,33(4):207-208. (Chen G H, Zhu G Z, Tong C W. Study on the measurement of damage loss rate and its control index of *Megacopta cribraria*[J]. Chinese Bulletin of Entomology, 1996, 33(4):207-208.)

[26] 王连生,童雪松.甘薯跃盲蝽的研究[J].昆虫知识,1990,27(2):88-90. (Wang L S, Tong X S. A Study on *Halticus minutus* [J]. Chinese Bulletin of Entomology, 1990, 27(2):88-90.)

[27] 刘光现.黄豆突眼长蝽的发生规律及防治措施[J].湖北农业科学,1990(5):31-32. (Liu G X. Occurrence regularity and prevention measures[J]. Hubei Agricultural Sciences, 1990(5):31-32.)

[28] 孙祖东,杨守臻,陈怀珠,等.南宁大豆食叶性害虫调查[J].广西农业科学,2001(2):104-106. (Sun Z D, Yang S Z, Chen H Z, et al. Investigation on leaf-eating pests of soybean in Nanning [J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2001(2):104-106.)

[29] 孟玲.大豆田筛豆龟蝽的空间分布型[J].大豆科学,2007,26(6):926-929. (Meng L. Spatial distribution pattern of *Meagopta cribraria* (Fabricius) in soybean fields of eastern China[J]. Soybean Science, 2007, 26(6):926-929.)

[30] Rahman M M, Lim U T. Evaluation of mature soybean pods as a food source for two pod-sucking bugs, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) and *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae)[J]. PloS One, 2017, 12(4):e0176187.

[31] 梁虎军,李燕,孙翠英,等.牧草盲蝽对棉蚜的捕食作用[J].环境昆虫学报,2013,35(3):317-321. (Liang H J, Li Y, Sun C Y, et al. The predation of *Lygus pratensis* (L.) to *Aphis gossypii* Glover[J]. Journal of Environmental Entomology, 2013,35(3): 317-321.)

[32] 常丽丹,马雯,郭建秋,等.农药喷施次数对大豆症青的防治效果[J].黑龙江农业科学,2015(2):53-55. (Chang L D, Ma W, Guo J Q, et al. Control efficiency of spraying frequency on ‘Zhengqing’ phenomenon of soybean[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2015(2):53-55.)

[33] Lim U T. Occurrence and control method of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae): Korean perspectives[J]. Korean Journal of Applied Entomology, 2013, 52(4):437-448.